

Практика применения GSM-модулей NOKIA12 в M2M-приложениях

Александр Елисеев (г. Вильнюс, Литва)

Мобильная связь стала ещё дешевле и доступнее. Производители оборудования рассчитывают на гигантские рынки для мобильных модемов. Но между ними и конечным пользователем стоят разработчики и интеграторы мобильных приложений (в частности, M2M-приложений). Как облегчить жизнь разработчику-интегратору? Одно из решений предлагается в этой статье.

ВВЕДЕНИЕ

M2M – это сокращение от Machine-to-Machine, существуют также интерпретации machine-to-man и man-to-machine. Таким образом, это обобщающее название многих технологических компонентов, совокупность которых призвана упростить взаимодействие машин с машинами и человека с машинами. Машины в данном контексте – это промышленные или бытовые агрегаты, установки, станки, измерители и прочие устройства, не оборудованные сложными вычислительными комплексами и компьютерами.

В промышленности давно известны технологии проводных и беспроводных локальных сетей между управляющими центрами и удалёнными управляемыми узлами. Технология M2M является новым шагом в построении сетей управления и обмена данными. Охарактеризовать этот шаг можно как глобализацию и распределение. Глобализация подразумевается как географическая, т.е. M2M-сети охватывают объекты, разбросанные на значительных территориях, так и прикладная, т.е. M2M-технология проникает в сферы деятельности, где раньше информационные технологии не могли эффективно применяться. Например, компании, занимающиеся международными перевозками, начинают активно устанавливать контроллеры с GSM-GPS-модулями на транспортные контейнеры для отслеживания перемещения каждого из них и наблюдения за их сохранностью. Железнодорожные компании практикуют установку GSM- и Wi-Fi-модулей совместно с вычислительными модулями на железнодорожные вагоны для сбора диа-

гностической информации, способной предотвратить аварии. Не новой в некоторых странах является практика установки GSM-GPS-модулей на въезжающий транзитный транспорт для контроля за его маршрутом по территории страны, для расчёта дорожных сборов и т.д. Распределение означает, что центр управления как локальное приложение перестаёт существовать, его заменяет большое количество специализированных мобильных приложений и часть функций центра может переноситься на узлы сети, оттесняя в прошлое архитектуру простых телеметрических систем. Например, при управлении контейнерными перевозками логистика, центр технического обслуживания и службы охраны являются физически разделёнными приложениями, обращающимися к одним и тем же контейнерам, снабжённым GSM-модулями, а контейнеры способны самоорганизовываться в логические группы на местах и связываться между собой по другим каналам связи при отказах и для оптимизации трафика.

Вообще как наиболее часто упоминаемые области применения M2M можно назвать следующие:

- сбор телеметрической информации и мониторинг;
- приложения на транспортных средствах;
- управление дорожным движением;
- промышленные приложения;
- охрана и наблюдение;
- торговые автоматы; кассовые аппараты; игровые автоматы;
- управление парками транспортных средств;
- телемедицина;
- публичные информационные сервисы.

Толчком к возникновению M2M явилось появление достаточно дешёвых беспроводных сетей передачи данных, в частности GSM, и одновременно неудовлетворённая потребность рынка в более эффективных решениях организации связи с имеющимся оборудованием и машинными парками. Большая часть машинного парка имеет встроенные системы управления на основе микроконтроллеров, этого, как правило, достаточно, чтобы с минимальными затратами интегрировать в них M2M-технологии.

Двигателем же развития M2M-технологии является совместное желание многих крупных её провайдеров создать новый рынок и утвердить свои роли в нём.

В последнее время на рынке технологий M2M начала активно заявлять о себе фирма Nokia.

Nokia развивает свои решения очень динамично, и это открывает перспективы перед разработчиками и интеграторами в новых формах бизнеса и даёт возможность расширять спектр услуг в сфере M2M.

ОБЗОР M2M-ПЛАТФОРМЫ NOKIA

До недавних пор разработка сетей управления удалёнными объектами посредством GSM-связи была довольно сложным занятием.

Одним из первых сервисов передачи данных по GSM, используемых в M2M-приложениях, был SMS. Сервис SMS характеризуется высокой стоимостью передачи информации, очень низкой пропускной способностью и негарантированным временем доставки. Для разработки платформы, использующей SMS, нужно было:

- разработать программное обеспечение для микроконтроллера, способное надёжно работать в режиме AT-команд;
- разработать парсер для определения реакции и состояний GSM-модема;
- для сервиса SMS следовало разработать механизмы приёма/передачи

без потери сообщений в цепочке микроконтроллер–модем;

- обдумать механизмы квитирования передачи сообщений;
- разработать стратегию аутентификации и механизмы администрирования сети.

При этом применение AT-команд с одним типом модемов не решало проблемы совместимости с другими. Не менее сложно было разработать надёжное, расширяемое и эффективное приложение, работающее с сетью удалённых устройств через GSM-каналы связи. Один из возможных вариантов архитектуры системы выглядел примерно так, как показано на рис. 1.

Существенными недостатками в такой архитектуре можно признать следующие:

- один или несколько GSM-модемов на стороне управляющего центра принимают всю нагрузку по передаче данных большому количеству удалённых объектов. Это увеличивает время реакции системы и риск потери сообщений;
- на пути следования данных существует два отрезка передачи данных по эфиру, что не способствует повышению надёжности и скорости передачи;
- SMS выполняет роль своеобразного канального протокола. На разработчика ложится ответственность за реализацию всех транспортных, сетевых и прикладных протоколов, работающих в системе, за управление каналами связи, управление доступом, маршрутизацию потоков, удалённое администрирование и т.д.

Сейчас M2M-приложения переходят на применение для передачи данных сервиса GPRS и EGPRS в сетях GSM. GPRS значительно снижает цену трафика и увеличивает скорость. Однако его применение по-прежнему не решает проблему комплексности разработки протоколов верхнего уровня, которые должны обеспечивать надёжность доставки данных, защиту данных, аутентификацию, взаимодействие контроллера с модемом, взаимодействие удалённых приложений с сервером приложений и т.д.

Для решения этой проблемы Nokia разработала свою концепцию M2M-архитектуры (рис. 2). Главной составной частью этой архитектуры явля-

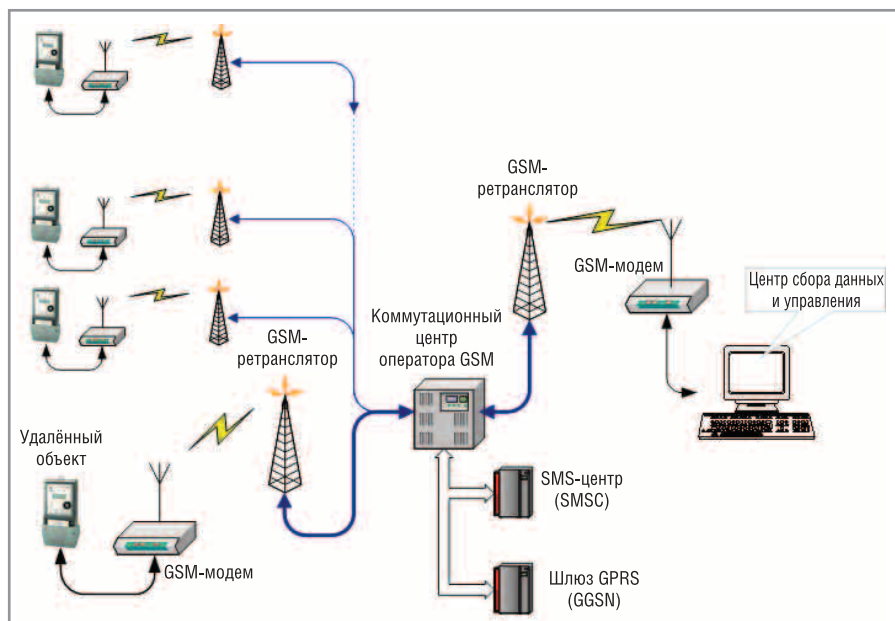


Рис. 1. Архитектура традиционных M2M-решений

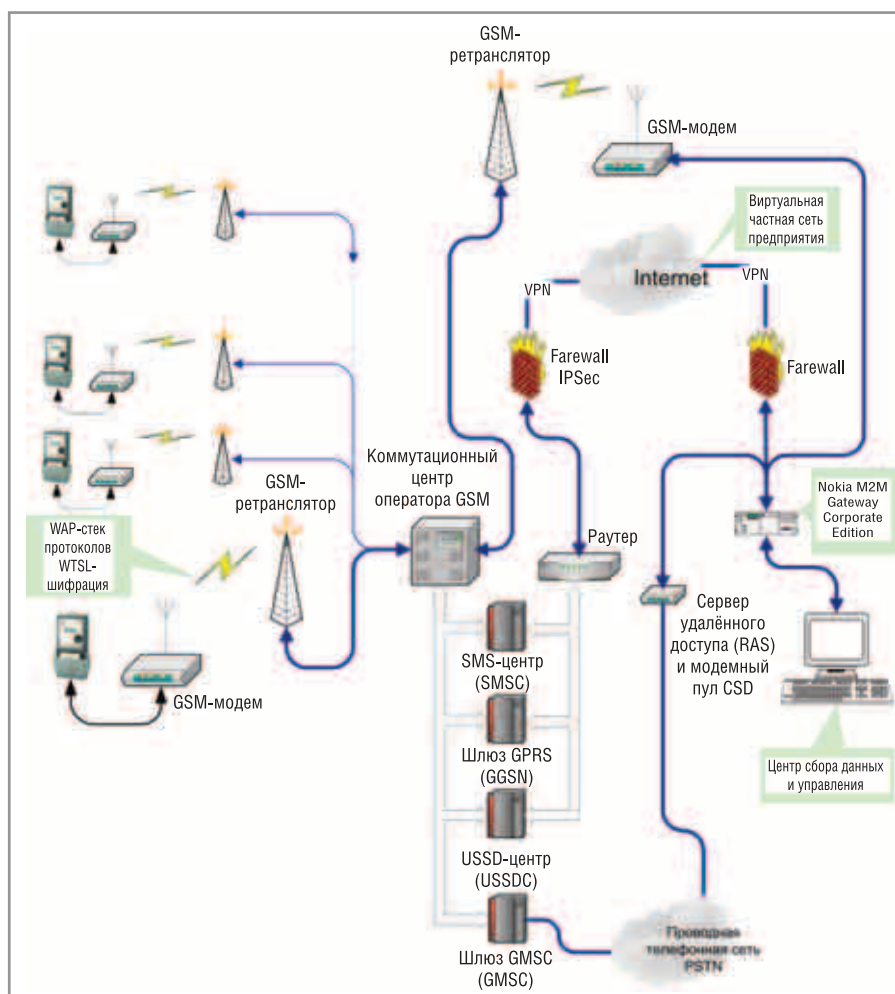


Рис. 2. Архитектура M2M-системы, предлагаемой Nokia

ются GSM-модули нового типа со специализированным набором функций, предназначенных для автоматического интегрирования их в M2M-системы. Другой частью архитектуры, предлагаемой Nokia, является программное обеспечение Nokia

M2M Gateway, играющее роль шлюза между GSM-сетью и удалёнными устройствами с одной стороны и сервером приложений с другой. Как сервер приложений в узком смысле здесь может выступать программа пользователя, которая взаимодействует с



Рис. 3. Внешний вид NOKIA30 и NOKIA31

удалёнными устройствами через GSM-сеть.

M2M Gateway выполняет ряд важных функций в M2M-архитектуре Nokia:

- функцию моста между двумя половинами M2M-архитектуры: сервером приложений и приложениями на удалённых устройствах. Каждая из двух половин знает только одну точку доступа к другой половине – это мост. Мост скрывает для каждой из половин сложность реализации и адресации в другой половине. Для этого был разработан специальный протокол сетевого уровня WIOP;
- управление сервисами передачи данных. В GSM-сетях на сегодня существуют разнообразные сервисы передачи данных, среди которых: CSD (данные по «голосовому» каналу), SMS (сервис коротких сообщений), GPRS (пакетная передача данных), EDGE или EGPRS (протокол с повышенной скоростью передачи), HSCSD (высокоскоростной CSD), USSD (дополнительный сессионный протокол передачи данных). M2M Gateway позволяет приложениям легко выбирать для коммуникации любой из них, не меняя прикладные протоколы;
- управление доступом. M2M Gateway поддерживает базу данных с паролями, идентификационными номерами и телефонными номерами GSM-модемов. Аутентификация при установке соединения происходит автоматически без участия приложения пользователя с помощью сервиса RADIUS (для CSD и GPRS) или MSISDN (для SMS);
- сбор статистики, данных для биллинга и регистрация событий;
- поиск объектов и маршрутизация. M2M Gateway для приложений пользователя предлагает программный интерфейс по спецификации CORBA. Для поддержки этой спецификации необходим сервис имён

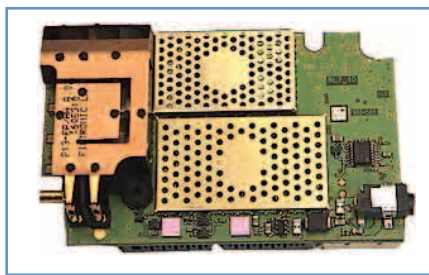


Рис. 4. NOKIA30 без корпуса

для поиска адресов различных типов, зависящих от среды передачи. Nokia специально для GSM-сетей создала свою реализацию сервера имён, названную Active Naming-Context.

Как видно на рис. 2, M2M Gateway может одновременно работать по трём разным физическим каналам передачи данных. Первый – традиционный канал – через локальный GSM-модем со всеми доступными сервисами передачи данных. Второй – это подключение через Интернет с использованием технологии виртуальных частных сетей к серверному оборудованию провайдера GSM-связи. Третий – это подключение к публичным телефонным сетям через модемный пул. При этом сервер приложений и приложения на удалённых устройствах для всех случаев используют один унифицированный программный интерфейс, основанный на спецификации CORBA, и даже могут быть не уведомлены об используемых сервисах передачи данных и физических маршрутах на пути к M2M Gateway.

Особенностью M2M Gateway также является то, что он полностью написан на Java. Разработка приложений для него может быть выполнена на свободно распространяемом программном обеспечении, хотя цена самого M2M Gateway довольно высока.

Третьей частью архитектуры Nokia является открытое программное обеспечение промежуточного уровня, которое делает взаимодействие с сервером приложений прозрачным и независимым от типа сервиса передачи данных в GSM-сети, а также протоколы канального и сетевого уровня для приложений пользователя, работающих на удалённых устройствах. Nokia предоставляет все исходные тексты программного обеспечения с подробными инструкциями для переноса на встраиваемые системы, всю документацию,

включая схемы для создания эталонной встраиваемой платформы на базе микроконтроллеров серии H8S, а также саму эталонную встраиваемую платформу под названием Smart Adapter.

Nokia также выделила нового участника в бизнес-схеме для M2M-решений: это провайдер M2M-сервисов. Nokia M2M Gateway может поставляться в специальной редакции, позволяющей шлюзу предоставлять свои услуги сторонним серверам приложений через специальное клиентское программное обеспечение. Провайдер, он же владелец шлюза, как правило, берёт на себя проблемы биллинга и всю техническую поддержку M2M-платформы, упрощая разработку, развёртывание и эксплуатацию M2M-решений для конечных пользователей.

В результате M2M-архитектура сокращает время и снижает риски разработки, улучшает масштабируемость, т.е. способность к увеличению количества узлов, распределяет трафик и увеличивает надёжность связи за счёт резервирования, позволяет подключить в сеть огромное количество узлов (как утверждается, вплоть до 1 миллиона) без заметного влияния на время реакции, упрощает администрирование.

GSM-модули Nokia

Nokia предлагает три модели GSM-модулей: NOKIA31, NOKIA30 и NOKIA12. NOKIA30 и NOKIA31 представляют собой автономные GSM-терминалы, внешне не отличающиеся друг от друга (рис. 3, 4), но работающие в разных частотных диапазонах: 900/1800 МГц и 850/1900 МГц соответственно. При этом NOKIA31 поставляется с более старым программным обеспечением и не поддерживает некоторых возможностей, которые есть в NOKIA30.

Краткие технические характеристики модулей NOKIA 30 и NOKIA 31:

Максимальная скорость по GPRS	56 Кбит/с
Максимальная скорость по HSCSD	43,2 Кбит/с
Максимальная скорость по CSD	14,4 Кбит/с
Сервисы сообщений	SMS, USSD (MO, MT)
Напряжение питания	6,2...14 В
Температура эксплуатации	-10...+55°C

NOKIA 12 (рис. 5) представляет собой бескорпусный модуль без антен-

ны и держателя SIM, но гораздо меньшего размера, чем NOKIA30.

Следует также отметить, что NOKIA12 является новейшей моделью фирмы Nokia и поддерживает многие функции, не реализованные в NOKIA30, а производство NOKIA30 и NOKIA 31 в скором времени может быть прекращено.

Краткие технические характеристики модуля NOKIA12:

Максимальная скорость по EDGE	118,4 Кбит/с
Максимальная скорость по GPRS	114 Кбит/с
Максимальная скорость по HSCSD	43,2 Кбит/с
Максимальная скорость по CSD	14,4 Кбит/с (V.42bis)
Сервисы сообщений	SMS, USSD (MO, MT)
Аналоговые входы	3
Цифровые входы	8
Цифровые выходы	9
Последовательные интерфейсы	3
Напряжение питания	3,6...4 В
Температура эксплуатации	-25...+55°C

Все представленные модули NOKIA снабжены системным 60-контактным разъёмом, служащим интерфейсом для внешних устройств. Через этот разъём выведены аудиосигналы модуля, сигналы нескольких последовательных связных интерфейсов, сигналы цифровых и аналоговых входов, сигналы цифровых выходов и другие сигналы.

Далее будем рассматривать только характеристики модуля NOKIA12. Цоколёвка модуля приведена в таблице.

Модуль способен выполнять загружаемые Java-программы, называемые IMlet, согласно спецификации J2ME и профилю информационного модуля IMP1.0. Это значит, что программы для NOKIA12 пишутся так же, как и для мобильных телефонов, за исключением того, что они не могут использовать интерфейс пользователя.

JAR-файл, загружаемый в модуль с запакованными IMlet, не может превышать 128 Кб. В распоряжении IMlet находится до 256 Кб ОЗУ модуля в виде динамически выделяемой памяти. Всего для работы с IMlet и их хранения в модуле доступно 1 Мб flash-памяти. Количество Java-поток в одном IMlet явно ничем не ограничивается. В модуль может

быть загружено несколько IMlet. Только один из них может быть назначен активным. При включении модуля запуск активного IMlet происходит автоматически. Скорость выполнения IMlet не специфицируется, она сильно зависит от загрузки процессора модуля основными задачами. По опыту применения, например, команды ввода/вывода в порт выполняются около 1 мс, при тяжёлой нагрузке процессора и работе Java-сборщика мусора это время может увеличиться в 100 раз.

Модуль для выполняемых IMlet предоставляет большой набор встроенных прикладных программных интерфейсов (API). Это:

- работа с портами ввода/вывода (IO Control API);
 - отправка/приём сообщений SMS, установка голосовых соединений и проч. (Wireless Messaging API);
 - работа с интерфейсами CORBA (ORB API);
 - работа с последовательными портами для обмена с внешними устройствами (Serial Port API);
 - работа с потоками данных и подключениями через TCP/IP (Java Socket API);
 - чтение и генерация web-страниц с автоматической генерацией заголовков и парсингом (HTTP);
 - чтение и запись реального времени;
 - работа со сторожевым таймером, обеспечивающим аппаратный сброс модуля при зависаниях (Watchdog API).
- Через CORBA-интерфейсы, содержащиеся в модуле, можно:
- управлять загрузкой и запуском IMlet локально через последовательный интерфейс и удалённо через GSM-каналы связи,
 - посылать и отправлять SMS-сообщения,
 - обновлять программное обеспечение на внешнем устройстве через последовательный порт с помощью специального протокола,
 - управлять состоянием линий ввода/вывода,
 - обмениваться данными с внешним приёмником GPS через последовательный порт,
 - устанавливать большое количество параметров, управляющих работой модуля.

Уникальность в том, что все CORBA-интерфейсы модуля доступны не только для IMlet, работающих внутри



Рис. 5. Внешний вид NOKIA12

модуля, но и для внешних устройств, подключённых через последовательные интерфейсы, и для сервера приложений через M2M Gateway.

В модуле NOKIA12 можно выделить три режима работы:

- режим управления пользователем,
- режим AT-команд,
- M2M-режим.

Разделение на режимы довольно условно, поскольку все режимы могут использоваться одновременно.

РЕЖИМ УПРАВЛЕНИЯ

Модуль работает как простое устройство ввода-вывода, управляемое при помощи SMS и не требующее для своей работы никакого внешнего контроллера. В модуле уже predefined список из 22 типов SMS-команд. Набор команд достаточно гибкий и включает такие команды, как: считывание, установка, сброс, инверсия состояния цифровых портов (как групповая, так и индивидуальная), генерация импульсов на цифровых выходах, считывание состояния аналоговых входов, установка пароля, считывание координат от внешнего GPS-приёмника, установка граничных уровней для аналоговых входов, при достижении которых модуль отправляет автоматически предупреждающие сообщения. Командам также можно присваивать псевдонимы и пользоваться ими вместо стандартных имён команд.

Для создания автономного устройства в дополнение к модулю необходима некоторая аппаратная часть, содержащая цепи согласования уровней напряжения, реле, источник питания и прочее, но её цена существенно ниже обычной микроконтроллерной схемы.

РЕЖИМ AT-КОМАНД

В этом режиме NOKIA12 подобен GSM-модему. AT-команды служат только для управления работой NOKIA12

как коммуникационного модема. С помощью них можно установить голосовое соединение, ответить на звонок, установить соединение для передачи данных, отправить факс, выйти в Интернет (установив соединение с помощью PPP-протокола), вести операции с памятью SIM-карточки и т.д.

Режим M2M

Это наиболее интересный режим работы NOKIA12 и наиболее эффективный с точки зрения применения.

Модуль в этом режиме работает в паре с внешним устройством на базе микроконтроллера или компьютера и взаимодействует с удалённым сервером приложений через M2M Gateway.

В этом режиме могут работать 1-й или 2-й последовательные порты модуля. Порт модуля при этом работает по так называемому M2M-протоколу. Согласно модели OSI, M2M-протокол является протоколом канального уровня (Data Link Layer), поверх кото-

рого располагается транспортный протокол GIOP программного обеспечения по спецификации CORBA.

CORBA больше известна прикладным программистам распределённых корпоративных бизнес-приложений. Спецификация CORBA была создана для облегчения программирования взаимодействия приложений, работающих на разных программных и аппаратных платформах и в режиме реального времени. CORBA в распределённых приложениях даёт те же преимущества, что и объектно-ориентированное программирование в сосредоточенных, это: инкапсуляция, наследование интерфейсов, полиморфизм и поддержка исключений. Важен набор способов взаимодействия объектов CORBA, это: клиент-сервер, точка-точка, публикация-подписка.

CORBA – большая и сложная спецификация, но, тем не менее, существуют её простые реализации для встраиваемых приложений. CORBA находит широкое применение в авиации, в том числе военной, в космической отрасли, используется в больших исследовательских центрах, а также при построении M2M-архитектур и т.п. Говоря упрощённо, CORBA позволяет программе дистанционно по сети вызывать функции на другом устройстве с передачей и возвратом параметров так, как будто они являются локальными функциями в этой же программе. Эта концепция хорошо знакома программистам Windows по программным интерфейсам DCOM и COM+.

В режиме M2M внешнее устройство может через CORBA-интерфейсы вызывать различные функции и устанавливать параметры в подключённом к нему модуле NOKIA12, на удалённом сервере приложений через M2M Gateway или на любом другом удалённом устройстве с модулями Nokia, включённом в архитектуру M2M. Соответственно все другие удалённые устройства и приложения могут иметь доступ к любой функции и параметру данного внешнего устройства, которые оно сделало доступными через программный CORBA-интерфейс.

ЭКОНОМНОЕ РЕШЕНИЕ

Чтобы стимулировать программистов к применению своих решений, Nokia разработала платформу для

Цоколёвка системного разъёма модуля NOKIA12

Номер вывода	Условное обозначение	Описание
1, 3, 5, 7, 9	VBB	Питание 3,6...4 В. Средний ток около 500 мА, в пике до 2 А
2, 4, 6, 8, 10	GND	Общий
12, 14, 28, 60	NC	Не подключён
15, 17	MICP, MICN	Вход микрофона
16, 18	EARP, EARN	Выход на динамик
19	AD3	Вход 10-битного АЦП
20	AD2	Вход 10-битного АЦП
21	PCMDCLK	Вход строба для цифрового аудиоканала
22	PCMSCLK	Строб фрейма цифрового аудиоканала
23	PCMTX	Выход цифрового аудиоканала
24	PCMRX	Вход цифрового аудиоканала
25	RESET T	Вход внешнего аппаратного сброса модуля
26	RESET A	Выход для сброса внешнего устройства
27	PORT1RX	Вход данных последовательного интерфейса 1
29	PORT1TX	Выход данных последовательного интерфейса 1
30	OUTPUT2	Цифровой выход или сигнал DCD интерфейса 1
31	OUTPUT3	Цифровой выход или сигнал DSR интерфейса 1
32	OUTPUT4	Цифровой выход или сигнал CTS интерфейса 1
33	OUTPUT5	Цифровой выход или сигнал RI интерфейса 1
34	INPUT6	Цифровой вход или сигнал RTS интерфейса 1
35	INPUT5	Цифровой вход или сигнал DTR интерфейса 1
36	AD1	Вход 10-битного АЦП
37	BSI	Установка режима работы интерфейса 1
38	PORT2RX	Вход данных последовательного интерфейса 2
39	PORT2TX	Выход данных последовательного интерфейса 2
40	PORT2RTS	Вход сигнала RTS интерфейса 2
41	PORT2CTS	Выход сигнала CTS интерфейса 2
42	OUTPUT8	Цифровой выход
43	INPUT8	Цифровой вход
44	OUTPUT9	Цифровой выход
45	SLEEPX	Выход, индицирующий состояние ожидания модуля
46	INPUT11	Цифровой вход
47	VSIM	Выход напряжения питания SIM-карты
48	SIMRST	Выход сигнала сброса SIM-карты
49	SIMCLK	Выход сигнала тактирования SIM-карты
50	SIMDATA	Двунаправленный сигнал данных SIM-карты
51	SIMDET	Вход сигнала присутствия SIM-карты
52	IO VOTAGE	Вход напряжения, определяющего логические уровни портов
53	OUTPUT1/P3RX	Цифровой выход или вход данных интерфейса 3
54	INPUT4/P3TX	Цифровой вход или выход данных интерфейса 3
55	INPUT10	Цифровой вход
56	INPUT7	Цифровой вход
57	OUTPUT6	Цифровой выход
58	OUTPUT7	Цифровой выход
59	INPUT9	Цифровой вход

разработчика приложений, названную Nokia M2M Application Development Kit, на базе 16-битного микроконтроллера HD6412322TE201 серии H8S фирмы Renesas (бывшая Hitachi). Nokia сопроводила эту платформу всеми исходными текстами программы (кроме исходных текстов операционной системы, которые подлежат лицензированию), реализующей законченное тестовое приложение удалённого устройства M2M-архитектуры, которое включает CORBA, ORB, GIOP, M2M, адаптированную RTOS и работу с портами ввода/вывода.

Однако большинство разработчиков-интеграторов M2M-решений – это небольшие фирмы, и им, как правило, не под силу приобрести дорогой NOKIA M2M Gateway. Использование M2M Gateway подразумевает также тесное сотрудничество с оператором GSM-сети, установку дорогого серверного оборудования и организацию выделенных физических линий от шлюза до коммуникационного центра оператора.

Разработке программного обеспечения, аналогичного M2M Gateway, препятствует недостаточная открытость протоколов работы модулей NOKIA12 в GSM-сети, кроме того, для замены M2M Gateway нужна ещё полнофункциональная реализация WAP-сервера, поскольку таковым на низком уровне для сети GSM является M2M Gateway.

Nokia, понимая эту ситуацию, предложила разработчикам другой вариант решения. Он заключается в простом предоставлении программного интерфейса сокетов. Интерфейс сокетов содержит набор функций для организации соединения, передачи потока данных по этому соединению и получения информации о соединении. Для соединений в сокетах Nokia тип протокола, используемого для передачи данных, изначально не определён, он устанавливается при инициализации соединения. Важно, что соединение гарантирует целостность передачи данных и их непротиворечивость, т.е. после их приёма не нужно удостоверяться в правильности данных и порядка их поступления.

Программные модули, реализующие интерфейс сокетов, располагаются как во внешнем устройстве, так

и в модуле NOKIA12. Сокеты NOKIA служат для обмена данными внутри приложения пользователя во внешнем устройстве, для обмена данными между приложением пользователя и IMlet, работающими внутри GSM-модуля, и для обмена данными по протоколу TCP/IP через сеть GSM между приложением пользователя и приложениями на других удалённых устройствах. Для этого протокол M2M был модифицирован для туннелирования IP-трафика и переименован в M2M System Protocol 2 (в дальнейшем M2M SP2).

Унификация передачи данных в модуль и на другие удалённые устройства с помощью интерфейса сокетов приводит к уменьшению количества разных протоколов, работающих в микроконтроллере, и упрощает программирование приложений. Приложение пользователя и IMlet, работающие в модуле, могут продолжать оставаться единым программным комплексом, основанным на CORBA, поскольку M2M SP2 совместим с первой версией M2M-протокола.

Анализ альтернативных решений

M2M SP2 – это упрощение первоначальной идеи, основанной на концепции шлюза и CORBA. В последнее время многие производители стремятся упростить интеграцию своих GSM-модулей в M2M-системы, предоставляют пользователям простые интерфейсы для обмена данными с помощью TCP/IP-протокола. TCP/IP-протокол даёт возможность обмениваться данными с любым компьютером или устройством через Интернет и обеспечивает целостность и непротиворечивость потоков данных. Наличие в модуле TCP/IP делает возможным использование в паре с ним микроконтроллеров с экстремально малыми ресурсами оперативной и постоянной памяти, способных, тем не менее, исполнять роль web-серверов, e-mail-клиентов и т.д. и при этом продолжать обрабатывать внешние сигналы в реальном времени.

Здесь приведён обзор некоторых GSM-модулей, предоставляющих простые сервисы для подключений через TCP/IP. Внимание акцентируется на скорости передачи (эффективная скорость обмена в M2M больше опре-

деляется временем квитирования в GSM-сетях) и других технических параметрах, а лишь на удобстве реализации пользовательского приложения.

GM862-GPRS фирмы TELIT

Предлагается сервис под названием EASY GPRS. Используются специальные AT-команды для настройки параметров соединения (доменное имя сервера, порт, имя пользователя, пароль и т.д.) и инициирования соединения. После установления соединения обмен происходит ASCII-символами, как принято в протоколах HTTP, SMTP и др.

Недостатки: возможно только клиентское соединение и только одно, использовать можно только передачу данных по GPRS, CSD использовать невозможно. Обмен ведётся в ASCII-формат, и невозможно работать с бинарными протоколами. Требуется специфичный парсер AT-команд.

WISMO Quik Q2406 фирмы WAVESOM

Используются специальные AT-команды для настройки параметров TCP-соединения (доменное имя сервера, порт, имя пользователя, пароль и т.д.) и инициирования соединения.

После установления соединения обмен происходит ASCII-символами.

Возможны как клиентские, так и серверные соединения. Существует набор специальных AT-команд для прямой работы по прикладным протоколам FTP (пересылка файлов), SMTP (отправка e-mail), POP3 (приём e-mail).

Недостатки: возможно только одно соединение. При прозрачной передаче данных по TCP/IP есть трудности с управлением соединением. Нет возможности отправки UDP-пакетов. Требуется специфичный парсер AT-команд.

Wavesom для своих моделей также предлагает сервис OpenAT. Сервис заключается в том, что можно загружать в GSM-модули и выполнять программы, написанные на C или C++, используя часть ресурсов 32-битного процессора модуля. При этом предоставляются богатые наборы библиотек. Они обеспечивают почти полный стек протоколов TCP/IP, функции работы с портами ввода-вы-

вода, некоторые промышленные последовательные протоколы, удалённое обновление программного обеспечения и т.д. Однако, несмотря на 32-битный процессор, максимальная производительность пользовательских программ не может превысить 5 MIPS при полной остановке функций GSM-модема и 1,5 MIPS при полной загрузке GSM-модема. Для пользовательских программ предоставляются весьма ограниченные ресурсы оперативной памяти – до 64 Кб. Это может вызвать трудности при применении вытесняющих RTOS и выделении памяти с использованием механизма HEAP в серьезных приложениях, на которые претендует данный GSM-модуль.

TC45 ФИРМЫ SIEMENS

Специальных команд для работы по TCP/IP через внешние порты нет. Но модули, так же как и NOKIA12, могут программироваться на Java по спецификации J2ME и профилю IMP1.0. Соответственно из Java-приложений открыт доступ к TCP-стеку протоколов, как это определено в IMP 1.0. В Интернете можно найти примеры Java-программ для TC45, которые организуют прозрачный обмен через RS232 по TCP/IP.

Предоставляемые TC45 дополнительные API имеют не такой состав, как у NOKIA12. Имеется, например, такой оригинальный API, как API AT-команд.

Модули Siemens имеют внутрисхемный отладчик Java-приложений в отличие от NOKIA12. Скорость выполнения Java-программы – около 700 инструкций в секунду при пассивной работе модема. Имеются многочисленные режимы пониженного потребления модулей. В модуль встроена аппаратная схема зарядки внешних Li-Ion-аккумуляторов. Недостаток внешних последовательных портов у TC45 компенсируется специальным протоколом организации виртуальных каналов на одном последовательном порте.

Недостатки: требуется разработка протокола виртуальных каналов и программы на Java.

МОТОРОЛА G20 ФИРМЫ МОТОРОЛА

Используются специальные AT-команды для настройки параметров

TCP-соединения (доменное имя сервера, порт, номер сокета и т.д.) и инициализации соединения. Есть возможность работы по четырём сокетам одновременно.

Модуль декларируется как самый маленький на сегодняшний день. Имеет USB-интерфейс, правда, он не может работать одновременно с внешним последовательным интерфейсом.

Тактовая частота процессора 26 МГц. Имеет возможность поддержки приложений в SIM-картах.

Недостатки: передача данных по TCP/IP не прозрачна, требуется переформатирование. В текущей версии нет возможности открытия серверных подключений. Требуется специфичный парсер AT-команд.

GR 47 ПРОИЗВОДСТВА SONY ERICSSON

Используются специальные AT-команды для настройки параметров TCP-соединения (доменное имя сервера, порт, имя и пароль пользователя и т.д.) и инициализации соединения.

Удобное управление соединением с помощью выделенной сигнальной линии DTR, что обеспечивает прозрачную передачу данных.

Могут программироваться на специальном интерпретируемом языке (скрипте) с синтаксисом, повторяющем синтаксис языка C. Для программы выделяется 44 Кб постоянной памяти и 25 Кб оперативной.

Недостатки: возможно только одно соединение. Передача возможна только по GPRS. В текущей версии нет возможности открытия серверных подключений. Требуется специфичный парсер AT-команд.

Надо отметить, что во многих случаях увеличение цены GSM-модуля за счёт его свойств внутреннего программирования превышает цену дополнительного внешнего устройства с микроконтроллером, которое необходимо для обычных GSM-модулей. Например, 32-разрядный микроконтроллер с производительностью 60 MIPS, внешней flash-памятью 2 Мб и оперативной памятью 512 Кб обойдутся в 16 евро, в этом же диапазоне находится разница в цене между обычным и программируемым GSM-модулем. При этом внешний микроконтроллер в любом случае

обладает большей производительностью и предоставляет больше удобств на этапе разработки. И разница остаётся только в объёме дополнительно создаваемого программного кода и времени на его создание.

Как видно из анализа, производители стремятся оставить пользователям старый и знакомый интерфейс AT-команд, который плохо совместим со стекком протоколов TCP/IP, а потому накладывает на работу с ним сильные ограничения. В этом смысле идея Nokia по разработке канального протокола M2M SP2 является новаторской.

M2M SP2 предоставляет следующие удобства (с точки зрения традиционного программиста встроенных систем с опытом программирования микроконтроллеров на C):

- не надо программировать на Java;
- не надо программировать аппаратные платформы третьих фирм;
- не надо программировать парсинг AT-команд;
- пользователь может разрабатывать приложения, не выходя за рамки привычной для него микроконтроллерной платформы;
- исходные тексты, предлагаемые Nokia, написаны на чистом ANSI C и легко могут быть перенесены на любой микроконтроллер от 8-разрядного до 64-разрядного и любой C-компилятор в течение нескольких рабочих дней;
- программные модули M2M SP2 строятся на основе сервисов потоков операционной системы, а потому оптимально используют процессорное время;
- пользователю предоставляется очень простой программный интерфейс сокетов;
- сокет может использовать передачу данных как по CSD, так и по GPRS, прозрачно для пользователя, канал передачи может быть дистанционно изменён без уведомления программы пользователя;
- сокет может использоваться для передачи любых двоичных данных как TCP-пакетами, так и UDP-пакетами;
- количество одновременных TCP-подключений ограничено только объёмом памяти микроконтроллера и GSM-модуля;
- оставлена полная совместимость с M2M-протоколом первой версии.

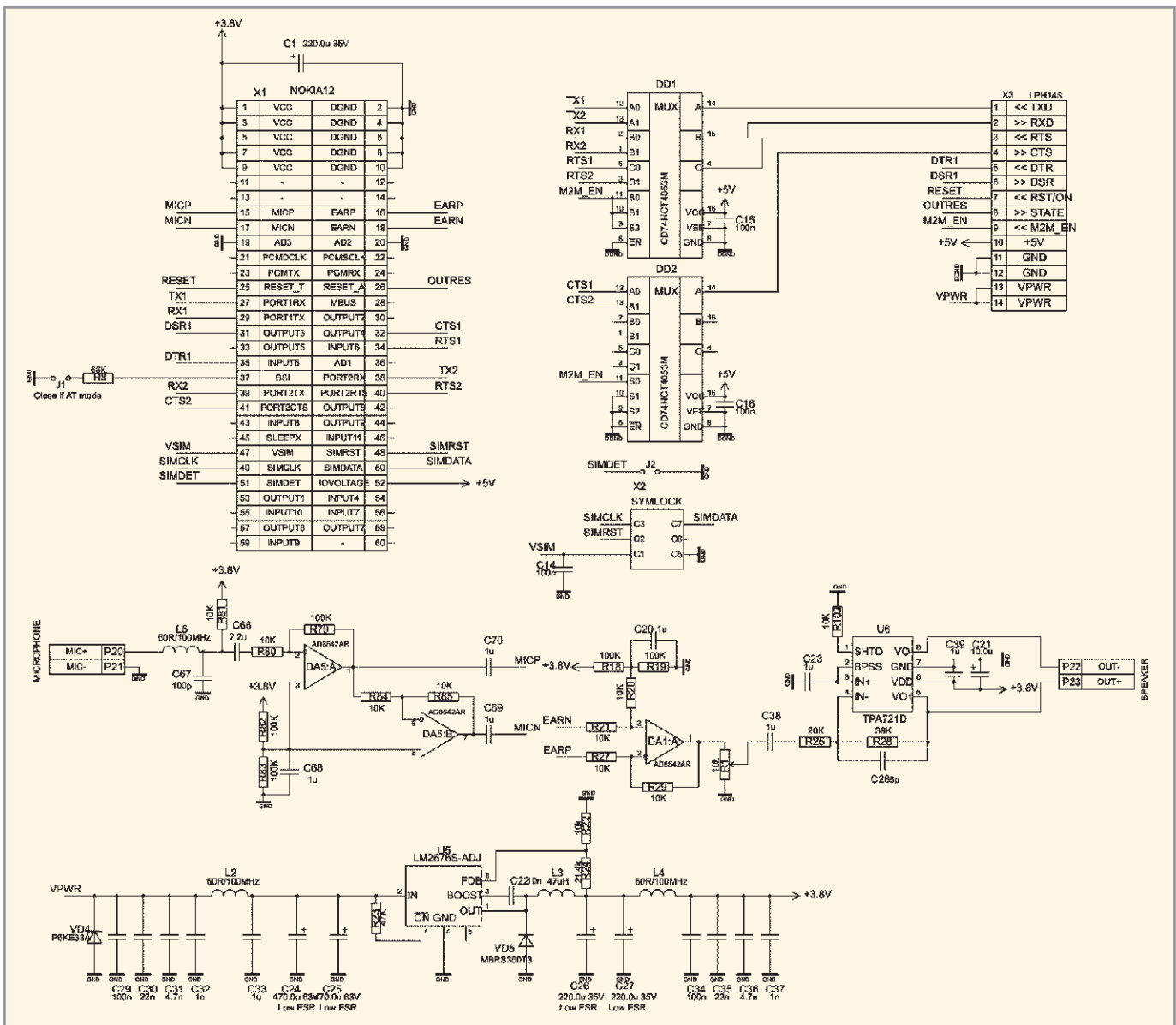


Рис. 6. Схема дополнительной платы к универсальному микроконтроллеру для M2M

ПРИМЕР УНИВЕРСАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ M2M

Инженеры нашей фирмы провели адаптацию программного обеспечения Nokia для разработанной нами аппаратной платформы на базе 32-битного микроконтроллера LPC2106 фирмы Philips. Микроконтроллеры этого семейства отличает низкая цена и высокая производительность.

Исходные тексты интерфейса сокетов были отредактированы так, чтобы они могли выполняться в среде операционной системы uCOS-II и использовали UART, имеющиеся в распоряжении микроконтроллера, поскольку первоначально они были разработаны для операционной системы Windows.

Операционная система uCOS-II пользуется большой популярностью в среде разработчиков встроенных сис-

тем во многом благодаря её простоте и низкой стоимости. Инженеры фирмы Nokia её тоже не обходят вниманием и даже предоставили пример реализации M2M-протокола первой версии с использованием uCOS-II. И это заметно облегчило адаптацию M2M SP2.

uCOS-II является операционной системой реального времени (Real Time Operating System – RTOS). О назначении и преимуществах RTOS можно рассказывать долго, но главное в этом проекте то, что RTOS помогает с минимальными модификациями применять в своих приложениях программное обеспечение третьих фирм, не создавая конфликтов при использовании разделяемых ресурсов контроллера, таких как память и процессорное время.

На рис. 6 показана схема дополнительной платы к контроллеру, содержащая GSM-модуль NOKIA12.

Для подключения к GSM-модулю используются его два последовательных порта. Чтобы не выделять для них два UART-микроконтроллера, было использовано мультиплексирование сигналов последовательных портов. Один из портов используется в режиме AT-команд, другой – в режиме M2M. Для сопряжения выводов модуля с уровнями напряжения внешних сигналов в нём предусмотрен вход для подачи внешнего напряжения IOVOLTAGE, которое питает выходные буферы модуля. Плата содержит схему согласования аудиосигналов модуля с динамиком и микрофоном. Микросхема U6 является усилителем мощности аудиосигнала. Для питания модуля используется импульсный стабилизатор напряжения с возможностью выдерживать токи до 2 А. К контроллеру плата подсоединяется через разъём X3.